

List & Copies of Prior Art to
Japanese Patent Application No. 10-289696 (1998)

JCS34 U.S. PTO
09/414520
10/08/99

Prior Publications

- (1) Japanese application patent laid-open publication
No. Hei 7-183283 (1995)
- (2) Japanese application patent laid-open publication
No. Hei 9-283494 (1997)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-183283

(43) 公開日 平成7年(1995)7月21日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 1 L 21/3065

C 2 3 F 4/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 8417-4K

H 0 1 L 21/ 302

B

F

審査請求 未請求 請求項の数36 OL (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-246240

(22) 出願日 平成6年(1994)10月12日

(31) 優先権主張番号 08/138060

(32) 優先日 1993年10月15日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレ
イテッド

APPLIED MATERIALS, I
NCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95054 サンタ クララ パウアーズ ア
ベニュー 3050

(72) 発明者 マイケル ライス

アメリカ合衆国, カリフォルニア州
94566, プレザントン, クラレット
シーティー. 675

(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

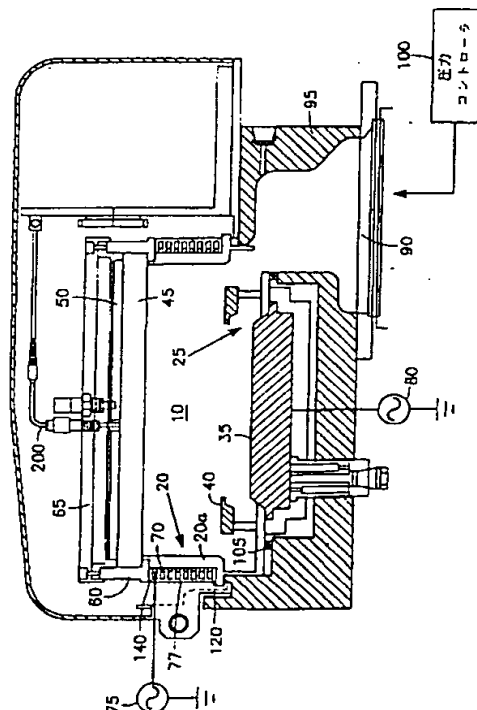
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 被加熱掃去面を備えるプラズマエッチング装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 壁温を高くしてエッチング速度を高めることにより、フッ素を掃去し、かつ、無酸化物下層よりも酸化膜へのエッチング選択性を高める。

【構成】 プラズマエッチング反応装置の操作方法として具体化され、この方法は、反応装置内の加工物上の酸化膜をエッチングするエッチング種と、このエッチング種と特定蒸着温度より低い温度で結合して、加工物上の凝縮可能なエッチング防止性ポリマーとなり得る非エッチング種とにプラズマとして解離するガスを反応装置に導入し、エッチング種を掃去する材料を含む内壁を提供し、この内壁の温度を上記蒸着温度より高く維持することから構成される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマエッチング反応装置の操作方法において、

反応装置内の加工物上の酸化膜をエッチングするエッチング種と、このエッチング種と特定蒸着温度より低い温度で結合して、前記加工物上の凝縮可能なエッチング防止性ポリマーとなり得る非エッチング種とにプラズマとして解離するガスを前記反応装置に導入する工程と、前記エッチング種を掃去する(scavenges) 材料を含む内壁を提供する工程と、前記内壁の温度を前記蒸着温度より高く維持する工程と、を備える方法。

【請求項2】 前記維持する工程が、加熱エレメントを内壁近くに提供すること、前記内壁の温度を蒸着温度より所定の差だけ高く維持するのに十分な電力を加熱エレメントに印加すること、前記反応装置内でプラズマが点火されるときは常に、前記加熱エレメントへの電力の印加を断つこと、を備える請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記充分な電力が、前記内壁近くの部分で測定された温度と、その部分の所定の温度との差の関数である、請求項2記載の方法。

【請求項4】 前記部分が、前記内壁に隣接した外面である、請求項3記載の方法。

【請求項5】 前記反応装置がその内部に更に、エッチング種を掃去する材料を含む物品(article) を備え、プラズマ中の非エッチング種とエッチング種との所望含量比に対応した温度に前記物品の温度を維持する工程を備える、請求項2記載の方法。

【請求項6】 プラズマにおける前記所望含量比が、前記プラズマ中のエッチング種による腐食(attack) に対してポリマーが抵抗性となる、前記ポリマー中の非エッチング種の含量比に対応している、請求項5記載の方法。

【請求項7】 エッチング種がフッ素を含み、前記非エッチング種が炭素を含み、前記ガスが炭素-フッ素ガスを含む、請求項6記載の方法。

【請求項8】 前記内壁が石英を含み、前記掃去用物品がシリコンを含む、請求項7記載の方法。

【請求項9】 前記反応装置が、この反応装置のチャンバを囲む円筒螺旋形のRFアンテナを有する誘導結合反応装置を備え、前記内壁が前記アンテナを支える円筒形の石英製側壁を備える、請求項1記載の方法。

【請求項10】 前記内壁の温度を維持する工程が更に、

反応装置内に冷却エレメントを提供すること、前記内壁と前記冷却エレメントとの間に、前記プラズマから前記内壁への熱流量より多い第一の熱流量を有する冷却用熱経路を提供すること、前記内壁と加熱エレメントとの間に、前記第一熱流量より多い熱流量を有する加熱用熱経路を提供すること、を

2

備える、請求項5記載の方法。

【請求項11】 前記冷却用熱経路を提供する工程が、この冷却用熱経路中に第一の耐熱性エレメントを設置することにより前記冷却用熱経路の熱流量を設定することを備える、請求項10記載の方法。

【請求項12】 前記第一の耐熱性エレメントがポリアミド系材料を含む、請求項11記載の方法。

【請求項13】 前記加熱用熱経路を提供する工程が、この加熱用熱経路中に他の、第二の耐熱性エレメントを設置することにより前記加熱用熱経路の熱流量を設定することを備える、請求項11記載の方法。

【請求項14】 前記他の耐熱性エレメントが薄い空隙を備える、請求項13記載の方法。

【請求項15】 前記物品の温度を維持する工程が、前記物品への物品加熱用熱経路を有する物品加熱エレメントを提供すること、前記物品と前記冷却エレメントとの間に物品冷却用熱経路を提供すること、を備える、請求項13記載の方法。

【請求項16】 前記物品加熱エレメントを提供する工程が、前記物品加熱用熱経路中に熱流耐性エレメントを提供することにより前記物品加熱用熱経路の熱流量を設定することを備える、請求項15記載の方法。

【請求項17】 前記製品加熱用熱経路中の前記熱流耐性エレメントが薄い空隙を備える、請求項16記載の方法。

【請求項18】 反応装置内の加工物上の酸化膜をエッチングするエッチング種と、このエッチング種と特定蒸着温度より低い温度で結合して、前記加工物上の凝縮可能なエッチング防止性ポリマーとなり得る非エッチング種とにプラズマとして解離するガスが導入される減圧チャンバを有するプラズマエッチング反応装置において、前記エッチング種を掃去する材料を構成材料とする、前記チャンバの内壁と、前記内壁の温度を前記蒸着温度より高く維持する手段とを備える反応装置。

【請求項19】 前記温度維持手段が、内壁近くの加熱エレメントと、前記内壁の温度を蒸着温度より所定の差だけ高く維持するのに十分な電力を加熱エレメントに印加するための制御手段とを備える、請求項18記載の反応装置。

【請求項20】 前記反応装置内でプラズマが点火されるときは常に、制御手段に停止信号を送る手段を備える請求項19記載の反応装置。

【請求項21】 前記制御手段が、前記内壁近くの部分の温度を感知するためのセンサー手段と、前記センサー手段により感知される温度と前記部分の所定の温度との差に比例した充分な電力を決定する手段とを備える、請求項19記載の反応装置。

【請求項22】 前記部分が、前記内壁に隣接した外面

3

である、請求項 21 記載の反応装置。

【請求項 23】 前記エッチング種を掃去する材料を含む、前記反応装置のチャンバの天井を備える物品と、前記プラズマ中の前記非エッチング種と前記エッチング種との所望含量比に対応した温度に前記物品の温度を維持するための制御手段とを更に備える請求項 19 記載の反応装置。

【請求項 24】 前記プラズマにおける所望含量比が、このプラズマ中のエッチング種による腐食に対してポリマーが抵抗性となる、前記ポリマー中の非エッチング種の含量比に対応している、請求項 23 記載の反応装置。

【請求項 25】 前記エッチング種がフッ素を含み、前記非エッチング種が炭素を含み、前記ガスが炭素-フッ素ガスを含む、請求項 24 記載の反応装置。

【請求項 26】 内壁が石英を含み、前記掃去用物品がシリコンを含む、請求項 25 記載の反応装置。

【請求項 27】 前記反応装置が、この反応装置のチャンバを囲む円筒螺旋形の RF アンテナを有する誘導結合反応装置を備え、前記内壁が前記アンテナを支える円筒形の石英製側壁を備える、請求項 18 記載の反応装置。

【請求項 28】 前記加熱エレメントが、前記円筒形の石英製側壁に隣接してそれを囲む環状電熱線を備える、請求項 27 記載の反応装置。

【請求項 29】 前記内壁の温度を維持する手段が更に、天井の上に重なる冷却エレメントと、前記内壁と前記冷却エレメントとの間の、プラズマから前記内壁への熱流量より多い第一の熱流量を有する冷却用熱経路と、前記内壁と加熱エレメントとの間の、前記第一熱流量より多い熱流量を有する加熱用熱経路とを備える、請求項 23 記載の反応装置。

【請求項 30】 冷却用熱経路中に第一の耐熱性エレメントを更に備える請求項 29 記載の反応装置。

【請求項 31】 前記第一の耐熱性エレメントがポリアミド系材料を含む、請求項 30 記載の反応装置。

【請求項 32】 前記加熱用熱経路中に別の耐熱エレメントを更に備える請求項 30 記載の反応装置。

【請求項 33】 前記他の耐熱性エレメントが薄い空隙を備える、請求項 32 記載の反応装置。

【請求項 34】 前記物品の温度を制御する手段が、前記物品と前記冷却エレメントとの間の、前記プラズマから前記物品への熱流量より多い熱流量を有する物品冷却用熱経路と、前記物品冷却用経路の熱流量より多い熱流量を有する、前記物品への物品加熱用熱経路を有する物品加熱エレメント、とを備える、請求項 32 記載の反応装置。

【請求項 35】 前記物品加熱用熱経路中に熱流耐性エレメントを更に備える請求項 34 記載の反応装置。

【請求項 36】 前記製品加熱用経路中の熱流耐性エレ

4

メントが薄い空隙を備える、請求項 35 記載の反応装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、酸化膜（例えば、二酸化シリコン）と非酸化面（例えば、ポリシリコンやシリコン窒化膜）とのエッチングにおける高度の選択性が可能な RF プラズマエッチング反応装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 欧州特許文献第 0, 520, 519 A 1 号には、シリコンウエハ上に形成された薄膜を RF プラズマエッチング処理を使ってエッチングするための、新規な誘導結合プラズマエッチング反応装置が開示されているので、その開示内容を参照して本明細書に含める。かかる反応装置は、ウエハ上の二酸化シリコン膜を非酸化物（例えば、窒化シリコン）の膜より優先的にエッチングするのに使用できる。詳述すると、 C_2F_6 のような炭素-フッ素ガスを反応装置のチャンバ内でプラズマを発生させるのに十分に励起して、イオンと、例えば、F や CF_3 のようなフリーラジカルとを生成する。これらフリーラジカルは、ウエハ上の二酸化シリコン膜をエッチングし、一方、プラズマ中の炭素やフッ素の原子やイオンはウエハ表面で結合してポリマーを形成する。このポリマーは、二酸化シリコンの表面に形成されたときには、エッチング処理中に二酸化シリコンから放出される酸素の影響や、プラズマ中のフッ素の影響で解離する。しかし、非酸化膜（例えば、窒化シリコン）上に形成されたときには、このポリマーは、下地非酸化膜の酸素不足のために蓄積し、この形成により下地非酸化膜のエッチングが阻止され、かくて、非酸化膜よりも酸化膜への明瞭なエッチング選択性が提供される。この選択性は、エッチングすべきではない非酸化膜（例えば、ポリシリコン）上に重なる二酸化シリコン層にバイアスをエッチングするときに大きな利点となる。この選択性は、ポリシリコン層上に形成されたポリマーが 40 重量% を越えるフッ素を含むと低下するが、その理由は、かかるポリマーが、プラズマ中のフッ素の腐食を受け易いことにあり、このため、下地ポリシリコン層への保護は低下するのみである。

【0003】 「窒化物に優先する酸化物へのエッチング選択性」という名称でマークス (Marks) 等により 1992 年 9 月 8 日に提出された米国特許出願第 07/941, 501 号明細書には、前記欧州特許文献に開示されているタイプの誘導結合プラズマ反応装置を使用して、40% 未満のフッ素を含む炭素ポリマー膜を非酸化物（すなわち、窒化シリコン）膜上に形成する方法が開示されている。この改良点は、プラズマ中の炭素のフッ素に対する割合を高めることにより実現され、プラズマ中にフッ素掃去材を導入することにより達成される。かかる掃去材の一種が、例えば、シランガスである。シラ

5

ンガス中のシリコンがプラズマ中の遊離フッ素原子と結合して SF_4 ガスを形成し、このガスは反応装置のチャンバから容易にポンプ排出される。この改良点の効果は、シリコン窒化膜上に形成された炭素濃厚ポリマーがプラズマ中のフッ素に抵抗性であり、このため、窒化シリコンエッチング速度より二酸化シリコンエッチング速度への実質上無限の選択性を提供することである。

【0004】コリンズ (Collins) 等により 1992 年 12 月 1 日に提出された米国特許出願第 07/984,045 号明細書、コリンズ等により 1992 年 9 月 8 日に提出された米国特許出願第 09/941,507 号明細書にはそれぞれ、フッ素掃去材を反応装置のチャンバに導入して、前記マークス等の出願に係わる発明で実現されていると同一タイプの利点を達成する静電、誘導結合プラズマエッチング装置が開示されている。この掃去材は、反応装置のチャンバ内のシリコン製天井の形をしている。このシリコン製天井が、プラズマからフッ素を掃去するシリコン原子をプラズマ中に放出して、プラズマ中に所望の炭素対フッ素比を提供し、非酸化物 (例えば、窒化シリコン) 膜上に、プラズマ中のフッ素に抵抗性である炭素濃厚ポリマーを形成する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記技術の難点は、多くのタイプの反応装置、特に、前記欧州特許文献に開示されているタイプの誘導結合反応装置、では、チャンバ側壁を石英 (二酸化シリコン) で形成することが、壁面上の二酸化シリコン原子がエッチングによりシリコンと酸素との原子を提供するので好ましい点にある。このシリコン原子がプラズマからフッ素を掃去し、前記効果が得られる。低い割合ではあるが、前記酸素原子がプラズマ中の炭素原子と結合して炭素を掃去するが、これは副次的効果である。

【0006】石英製側壁は、反応装置の稼働を停止し、プラズマを止める毎に冷却され易いが、これは、新たなウエハカセットを導入したり、或いは、例えば、チャンバを保守のために開けなければならないときには常に典型的なものである。側壁は典型的には、炭素-フッ素ポリマーが凝縮する蒸着温度である 170°C より低い温度に迄降下する。プラズマを再発生させると即、プラズマから形成された炭素-フッ素ポリマーが今や冷却されている石英製側壁上に急速凝縮して、非常に厚いポリマー皮膜を形成する。各ウエハをチャンバ内を循環させるにつれて、側壁温度が上昇し、新たな各ウエハの導入時にプラズマを短時間止めるときにはわずかに、かつ、一時的に降下するが、全般的には、図 1 に図示される通り、定常温度に向かって着実に上昇する。一方、石英製側壁がポリマーのうちの極めて多くを吸引しているので、ウエハ上の非酸化物 (例えば、ポリシリコンや窒化シリコン) をエッチングから保護するにはほとんど役立たず、従って、酸化物対非酸化物エッチング選択性は、最初の

6

数ウエハの処理中に必要とされるレベルより低い。

【0007】最終的には、石英製側壁の温度は 170°C を越えて上昇し、今や熱い側壁から厚ポリマー皮膜が突然気化して、反応装置チャンバ内で目下処理中の新しいウエハを被覆し、エッチング処理を妨害する。

【0008】上記問題を回避する一方法は、石英製側壁温度が優に 170°C を越える迄、生産ウエハの導入を遅らせることであるが、かかる手段には、許容できない時間の損失と材料 (即ち、反応装置チャンバ内の掃去材シリコン、石英) の損失とが伴う。従って、生産時間の損失とチャンバ内材料の損失とを伴うことなく前記問題を解決する必要がある。

【0009】

【課題を解決するための手段および作用】本発明はプラズマエッチング反応装置として具体化され、この反応装置には、反応装置内の加工物上の酸化膜をエッチングするエッチング種と、このエッチング種と特定蒸着温度より低い温度で結合して、前記加工物上の凝縮可能のエッチング防止性ポリマーとなり得る非エッチング種とにプラズマとして解離するガスが導入され、前記反応装置は、エッチング種を掃去する材料を構成材料とする内壁を備え、内壁温度を蒸着温度より高く維持するための手段が具備されている。壁温を蒸着温度より高くすると、熱い石英面のエッチング速度が高まり、これにより、フッ素が掃去され、かつ、無酸化物下層よりも酸化膜へのエッチング選択性が高まる。

【0010】

【実施例】石英製側壁におけるポリマーの蒸着、気化にまつわる問題は、プラズマからの熱流量より多い能力を有する冷却装置と、側壁温度を制御し、かつ、冷却装置より多い能力を有する加熱装置とを備える熱制御システムにより、いかなる生産性の低下もなく、かつ、いかなるチャンバ内材料の無駄もなく、解消される。側壁加熱装置を調節して、反応装置非稼働時は常に、石英製側壁の温度を 170°C というポリマー凝縮温度より高く維持する。プラズマに点火するときの、石英製の壁の内面での温度上昇を最小にするためには、プラズマ点火直後に、加熱装置による石英製側壁の加熱を停止する。石英側壁温度の調節においては、加熱装置は、石英側壁に取り付けられた温度センサーに応答するフィードバック制御ループを用いる。簡素化するためには、温度センサーを石英製側壁の外面に取り付け、加熱装置により、側壁の内面と外面との間に所定の温度勾配を維持する。

【0011】図 2 を参照して説明すると、前記欧州特許文献に記載の一般タイプの誘導結合プラズマ反応装置は、円筒形の石英製側壁 20 で封じられた減圧チャンバ 10 と、格納式環状ホルダー 40 でシリコンウエハ 35 がその上に保持されるカソードアセンブリを有する底部 25 とを備える。天井 45 は、温度制御用熱源 55 に接続している直上加熱エレメント 50 で加熱される結晶シ

7

リコンである。図3に示されるように、円筒形のアルミ製頭壁60が、石英製側壁20の上の0.025cm厚ポリアミドパッド61上に載置され、その内部を冷却材がポンプ67により水ジャケット66を通過して循環している直上の円板状冷却エレメント65を支持する。これにより、アルミ製の円筒形頭壁60を通じて石英製側壁20が冷却される。

【0012】螺旋形の円筒形アンテナコイル70が円筒形の石英製側壁20を包囲し、チャンバ10内のプラズマに誘導結合エネルギーを供給するRFエネルギー源75に接続している。 Al_2O_3 や Si_3N_4 の様なセラミック製の円筒形カバー77がアンテナコイル70を囲む。カソードアセンブリ30は、ウエハ35にバイアスエネルギーを供給するRFバイアス源80に接続する。

【0013】仕切弁／真空ポンプアセンブリ90が、チャンバ胴部95の開口を通じてチャンバ10からガスを抜き取って、圧力制御装置100によって決定されるチャンバ10内減圧度を維持する。ガス供給路105より、チャンバ10内へ C_2F_6 のような気体を給送する。

【0014】石英製側壁20の内面20aの温度を170℃より優に高く維持するために、図3に最も分かり易く示されている加熱エレメント120を、セラミックカバー77の内部の、石英製側壁20の底部近くに設置し、図2に示される電源125に接続する。加熱エレメント120は、米国ミズーリ州セントルイス、ラックランドロード12001 (12001 Lackland

Road, St. Louis, Missouri) のワトロウ社 (Watlow, Inc) 製のケーブルヒーターが好ましい。チャンバ10が20.3cm (8インチ) ウエハを保持するのに十分な大きさならば、ケーブルヒーターは約114cm (45インチ) 長とし、円形に巻き、その外装を電気的に接地する。このケーブルヒーターは208ボルト、1100ワットの印加により操作することが好ましい。プラズマへの電磁妨害を避けるためには、ケーブルヒーター2の両端を接触させず、約2.5cm隔てることが好ましい。別法として、二番目の加熱エレメント即ちケーブルヒーター140を石英製側壁20の頭部近くに設置することができ、この場合は、各ケーブルヒーター120、140を550ワットで操作する。

【0015】石英製側壁20の正確な温度制御を達成するためには、石英側壁20を囲むセラミック製カバー77の外面上に取り付けられた熱電対190のような温度センサーを、温度コントローラー130の入力側に接続する。典型的には、石英製側壁20の内面とセラミック製カバー77の外面との間には、約30~40℃の温度勾配が存在する。コントローラー130をプログラム制御して、システム非稼働時のセラミック製カバー77の外面を約200℃に維持する。プラズマが点火される

8

と、熱は石英製側壁20に伝達され、それを、小空隙77a (典型的には、0.0075cm) を経由し、セラミック製カバー77に達する。好ましい態様では、プラズマがチャンバ10内に存在する間は (熱源125からの遮断によって) ヒーター120を止める。これによりセラミック製カバー77の温度がわずかに低下し、石英製側壁20の内面の温度の上昇が最小になる。好ましい態様において、温度コントローラー130は、当業者により容易にプログラム制御される通常のPID (比例積分微分) コントローラーである。プラズマをチャンバ内で点火するときは常に、ケーブルヒーター120 (及び140) への電力がオフとなり、プラズマの消滅がRF発生器75からの制御ライン191を経由して感知されたら即座にケーブルヒーター120 (及び140) への電力がオンとなるようにPIDコントローラー130をプログラム制御することが好ましい。

【0016】石英製側壁20の安定温度制御に必要な条件は、チャンバ10内のプラズマからの石英製側壁20を通じての熱流量が冷却材サーキュレーター67により提供される冷却からの熱流量より少なく、後者の熱流量が加熱エレメント120からの熱流量より少なくなてはならないことである。石英製側壁20の内面とセラミック製カバー77の外面との間の熱流量は、両者の間の空隙77aを通じての伝導により定まる。空隙77aは、好ましい態様では、約0.02ワット/メートル・℃の熱伝導率を示し、石英製側壁20とセラミック製カバー77の熱伝導率はそれぞれ、1.5、20ワット/メートル・℃である。石英製側壁20と冷却用頭部65とからの熱流量は、セラミックカバー77の頭部と冷却用頭部65との間の0.025cm厚ポリアミドパッド61を通じての伝導により定まる。石英製側壁20は冷却装置65から物理的に離れているので、チャンバ10内でプラズマが発生している時は常に熱源125をオフにして温度上昇を回避するか、石英製側壁20の内面で10℃から20℃に軽減する。

【0017】前述通り、シリコン製天井45の温度が、シリコン原子がそこからチャンバ10内のプラズマ中に放出される速度を定め、それ故、炭素対フッ素含量比に影響する。従って、60重量%を超えるポリマー炭素含量を提供する炭素/フッ素プラズマ比に対応する温度にシリコン製天井を維持する。天井45のかかる温度制御は、温度センサー即ち、シリコン製天井45に取り付けられた熱電対200から受信される信号により天井熱源55を支配する通常のPIDコントローラー210によって達成される。PIDコントローラー210は、当業者により容易にプログラム制御され、ウエハ35上の非酸化物 (例えば、ポリシリコンや窒化シリコン) 面の上に形成されるポリマーの所定の炭素含量に必要な温度にシリコン製天井を維持する。シリコン製天井45への熱伝導は、空隙77aと同様な、ヒーター50と天井45

10

20

30

40

50

9

との間の適当な空隙 220 によって定まる。シリコン製天井 45 の安定温度制御に必要な条件は、チャンバ 10 内のプラズマからの天井 45 を通じての熱流量が冷却材サーキュレーター 67 により提供される冷却からの熱流量より少なく、後者の熱流量が加熱エレメント 50 からの熱流量より少なくななくてはならないことである。従って、好ましい一態様において、ヒーター 50 は 4500 ワットを提供し、一方、冷却装置 65 から 2500 ワットの冷却が天井に対して有効である。チャンバ 10 内のプラズマは天井にわずかに 1500 ワットの熱量を発生するのみであり、それ故、PID コントローラー 210 を備える温度制御ループは常に、例えばプラズマがチャンバ 10 内で点火されていても、シリコン製天井の温度を調節可能である。

【0018】実施例

一実施例において、誘導結合 RF 源 75 は 2 MHz で 2800 ワットを発生し、バイアス RF 源 80 は 1.8 MHz で 1400 ワットを発生し、熱源 55 を、シリコン製天井 45 の温度を 260℃ に維持するように設定し、熱源 125 を、石英製の壁の内面の温度を 200℃ に維持するように設定し、そして、ガス供給路を通じての C_2F_6 の流量は、(仕切弁/真空ポンプアセンブリ 90 に至るまでの部分を含めて) 17 リットル容のチャンバにおいて、5 ミリトルのチャンバ圧力で、35 標準立方センチメートル/分であった。

【0019】一般に、RF 源 75 のソース RF 電力は約 2 MHz で 2000~3000 ワットの範囲内にあり、RF 源 80 のバイアス RF 電力は 1.8 MHz で 500~1500 ワットの範囲内にあり (ウエハのサイズに左右される)、シリコン製天盤の温度は、200~300℃ の範囲内にあり、石英製側壁の内面温度は、170~230℃ の範囲内にあり、 C_2F_6 ガスの流量は 20~50 標準立方センチメートル/分であり、チャンバ圧力は 1~10 ミリトルである。

【0020】石英製の壁 20 の温度が 210℃ から 225℃ に変動すると、ポリシリコンに対する酸化物のエッチング選択比は約 1.5 から 1.9 に上昇し、酸化物エッチング速度は約 10% 低下する。石英製の壁 20 の温度が上昇すると、下地ポリシリコン層上の、炭素に富み、それ故フッ素抵抗性であるポリマー皮膜のために多くのシ

10

リコン原子がフッ素の掃去に供給され、上に重なる酸化物のエッチングのためのフッ素が少なくなる。

【0021】図 4 は、本発明により達成される温度安定性を示すグラフであり、図 3 で各々 1、2、3 と番号が付されている、石英製側壁上の 3 点における、時間の関数としての温度を示している。石英製側壁の温度は、反応装置非稼働中 (図 4 のグラフにおける最初の 60 秒間) は約 216℃ 近辺にあり、処理すべき新たな各ウエハに対してプラズマを再点火すると変動する。データは、処理すべき最初の 6 つのウエハに対する、プラズマを伴わない装填時間 45 秒とプラズマ処理時間 90 秒とからなる一周周期を反映している。その後、ウエハカセットを交換し、或いはチャンバを清浄にする間の長い非稼働時間が存在する。図 5 は、図 3 の装置における種々の熱伝導経路を示す。

【0022】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように構成されているので、壁温を高くしてエッチング速度を高めることにより、フッ素を掃去し、かつ、無酸化物下層よりも酸化膜へのエッチング選択性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の発見に先立つ従来タイプの誘導結合プラズマ反応装置における、時間の関数としての側壁温度を示すグラフ。

【図 2】本発明を具体化している誘導結合プラズマ反応装置の略図。

【図 3】図 2 の反応装置の一部の詳細図。

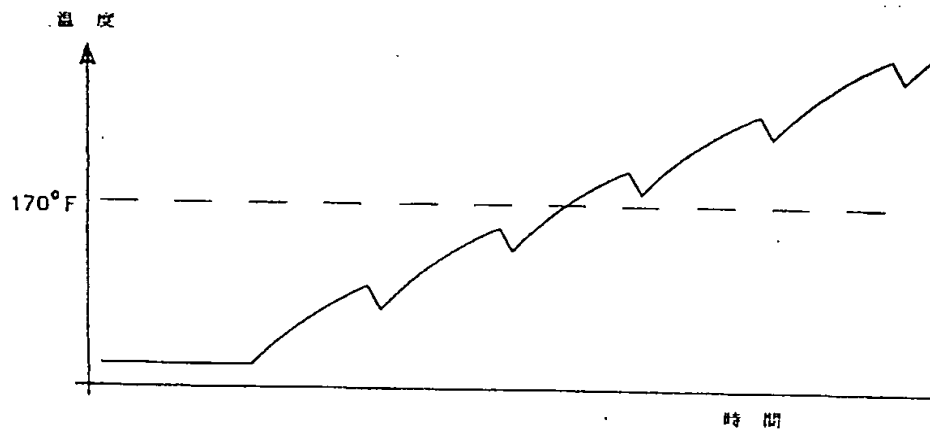
【図 4】図 3 に示す異なる 3 カ所における、時間の関数としての温度のグラフ。

【図 5】図 3 の装置における熱伝導路を示す図。

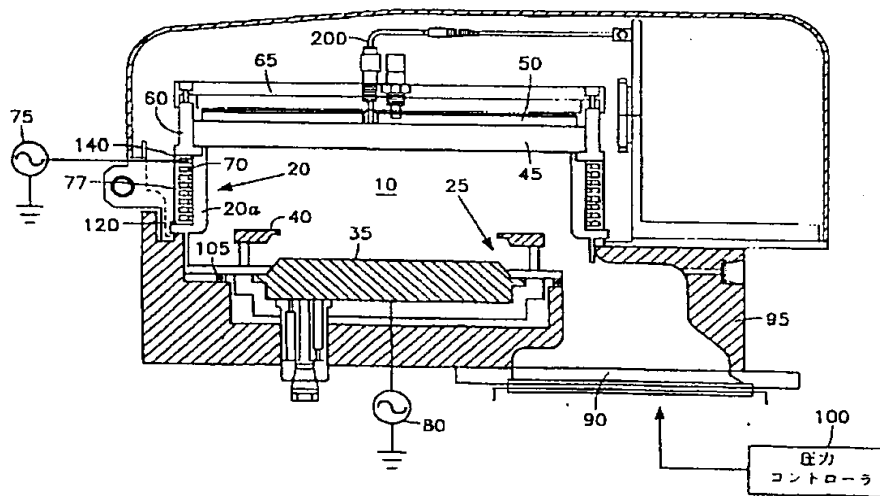
【符号の説明】

10…チャンバ、20…反応装置内壁、25…反応装置底部、30…カソードアセンブリ、35…ウエハ、40…格納式環状ホルダー、45…天井、50…加熱エレメント、55…熱源、60…円筒形頭壁、65…冷却エレメント、70…アンテナコイル、75…誘導結合 RF 源、80…バイアス RF 源、90…仕切弁/真空ポンプアセンブリ、95…チャンバ胴部、100…圧力制御装置、120…ケーブルヒーター、125…熱源、210…PID コントローラー。

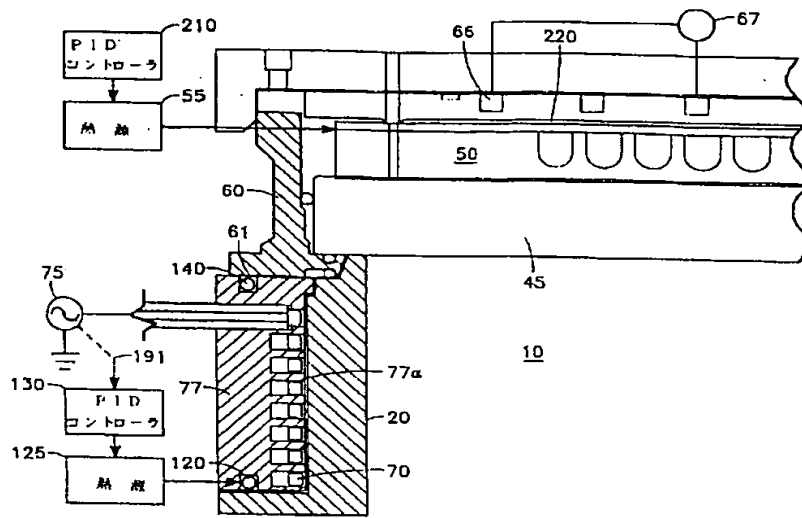
【図1】



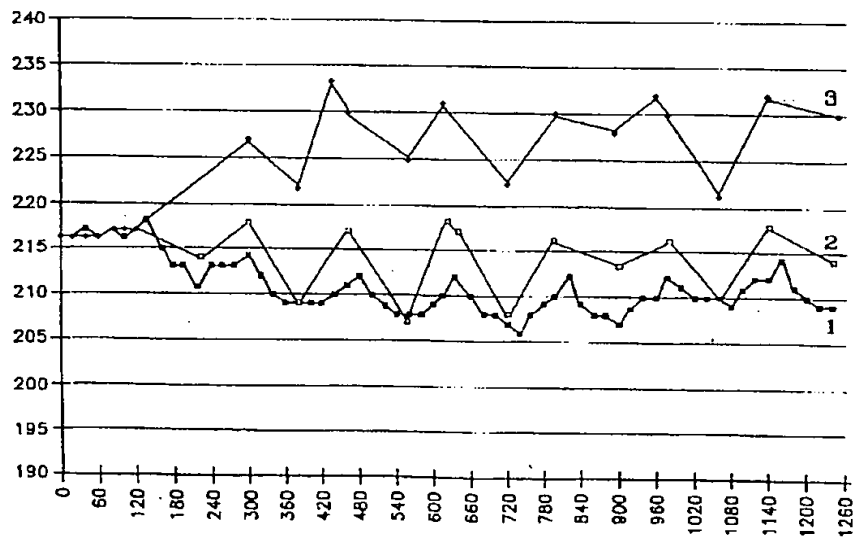
【図2】



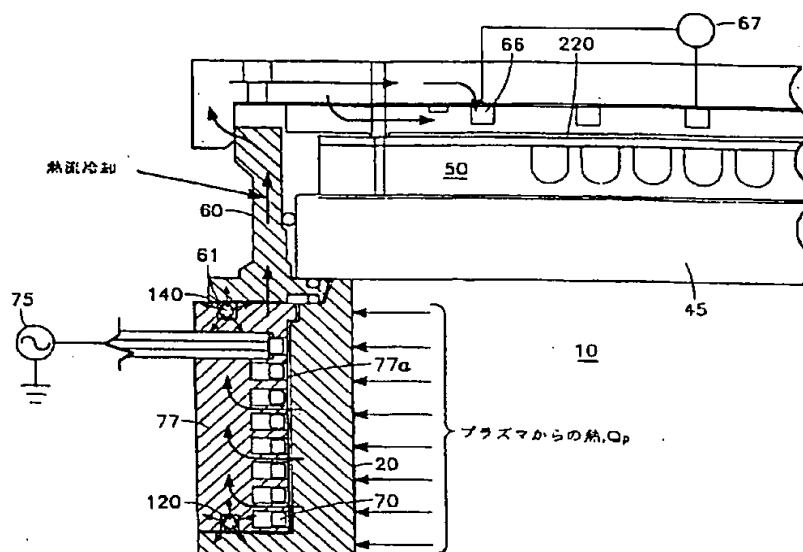
【図3】



【図4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 ジェフリー マークス
アメリカ合衆国, カリフォルニア州
95129, サン ノゼ, シエロ ヴィス
タ 4730

(72)発明者 デイビッド ダブリュー・グローシェル
アメリカ合衆国, カリフォルニア州
94022, ロス アルトス ヒルズ, ヴ
ィア ヴェンタナ 27985

(72)発明者 ニコラス ジェイ・ ブライト
アメリカ合衆国, カリフォルニア州
95070, サラトガ, カークブルック
ドライヴ 12133